ChinaXiv合作期刊
知识管理论坛 ISSN 2095-5472 CN11-6036/C
Knowledge Management Forum
E-mail: kmf@mail.las.ac.cn
http://www.kmf.ac.cn

【学术探索】

基于 CiteSpace 的国际智慧学习环境研究主题计量分析

徐新斐 邓国民
贵州师范大学教育学院 贵阳 550025

摘要：[目的 / 意义] 研究国际智慧学习环境领域起源与发展现状，为进一步完善智慧学习环境这一领域的相关研究实践提供了一定的参考。[方法 / 过程] 以 Web of Science 数据库中搜集到的 402 篇文献为数据来源，借助文献计量工具 CiteSpace 软件对智慧学习环境领域的关键文献、机构、期刊、作者进行共现和共被引分析。[结果 / 结论] 发现智慧学习环境源于技术发展下学习环境的改变，传统学习环境已经无法满足现代信息时代“原住民”的多样化需求，需要更新学习环境使学生学习更加高效便捷。同时，智慧学习环境强调以学生为中心，通过提高学习环境智慧化，使学生学习更加有效，因此不同的学者构建了许多智慧学习环境模型。目前，新型教学模式和评价体系与智能化跨媒体学习环境的构建是智慧学习环境领域未来发展的趋势之一。

关键词：智慧学习环境　热点　知识图谱　CiteSpace
分类号：G434

引用格式：徐新斐 , 邓国民 . 基于 CiteSpace 的国际智慧学习环境研究主题计量分析 [J/OL]. 知识管理论坛 , 2022, 7(3): 332-343[引用日期]. http://www.kmf.ac.cn/p/296/.

1 引言

近年来，技术改变着各个领域。学习环境也在此社会大背景下发生改变，智慧学习环境研究成为研究热点。它强调以学习者为中心、以技术为支持，并依据学习者特征提供学习资源，记录评估学习结果，从而帮助教师分析学习者学习情况，采取针对性的教学措施。这促进了教师和学生进一步的交流与沟通，也有利于教师根据学习者具体情况进行个性化教学。智慧学习环境发展到现在，人工智能对智慧学习环境提出了进一步要求，新一代的“数字土著”“数字原住民”对学习环境也有着更高的标准和要求。目前，对国际智慧学习环境领域的现状和发展脉络进行梳理的文献较少。因此本文使用 CiteSpace 工具对国际智慧学习环境领

基金项目：本文系 2021 年贵阳市科技人才培养项目“基于大数据的在线自我调节学习环境开发与应用研究”（项目编号：筑科合同 [2021] 43-13）研究成果之一。
作者简介：徐新斐，硕士研究生，通信作者，E-mail: 1628819263@qq.com；邓国民，教授，博士，硕士生导师。
收稿日期：2021-09-22　发表日期：2022-06-17　本文责任编辑：刘远颖

知识管理论坛，2022（3）:332-343
DOI: 10.13266/j.issn.2095-5472.2022.027

域研究主题发展主线和现状进行梳理，以便直观地展示智慧学习环境的进展和热点。这对于研究人工智能技术下智慧学习环境构建，进一步完善智慧学习环境这一领域的相关研究实践提供了一定的参考。

2 研究方法

本研究于 2021 年 7 月从综合性学术资源数据库 Web of Science 核心数据库中进行数据检索，确定检索式为：TS=（smart or intelligent AND "learning environment" or "classroom"），检索得到 402 篇文献，将文献按"全记录与引用的参考文献"记录内容导出，并使用陈超美博士开发的可视化分析工具 CiteSpace 软件进行分析。节点类型根据具体情况依次设定为被引文献、机构、作者、关键词等，通过共现和共被引来了解国际智慧学习环境研究领域的被引文献情况、机构分布和作者分布等。通过统计图上年轮等形式直观地展示出研究领域的经典文献和演进路线，揭示研究领域的研究热点、发展趋势。

3 智慧学习环境研究文献知识图谱分析

3.1 发文量分析

发文量和引文数可以反映一定时期研究领域的进展。如图 1 可知，智慧学习环境领域在 1968 年出现了第一篇文献，此后便一直处于停滞的状态。20 世纪末该领域文献数量才开始逐渐上升，这是因为美国前副总统戈尔提出了"数字地球"等概念，而后人们开始提出数字学习环境概念。但是研究刚刚起步，文献数量较少。在进入 2010 年后，文献数量和引文数逐渐增长，每年出版的文献数在 10 篇以上，每年引文数在 50 篇以上。在 2018 年文献数量超过 55 篇，2019 年引文数超过 350 篇，这表明该领域受到学界的关注和重视。

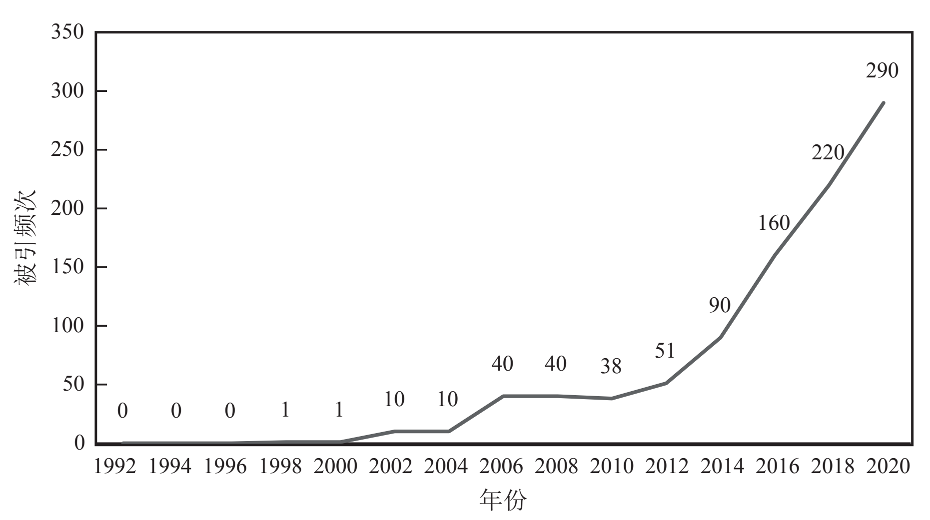


图 1 智慧学习环境研究历年出版文献数及引文数

3.2 重要文献分析

通过文献被引情况可以更好地了解某一时期研究热点，所以利用 CiteSpace 软件对收集的文献进行共被引分析（Cited Reference）。时间阈值设置为 2011-2020 年，时间区间设置为 1 年，得到智慧学习环境研究共被引分析图，图 2 中用圆形节点表示一篇文献，如果结点大则文献被引次数多，结点小则文献被引次数少，结点以年轮的形式表现，颜色代表年份，年轮厚度代表被引频次，节点外的深色包围圈代表文献的中心性高，说明它们在研究发展的进程中具有关键的作用，中间深色的填充代表文献的突发性强，在某一时段引用量突然升高，说明这一时段的热点和研究方向发生转变 [1]。

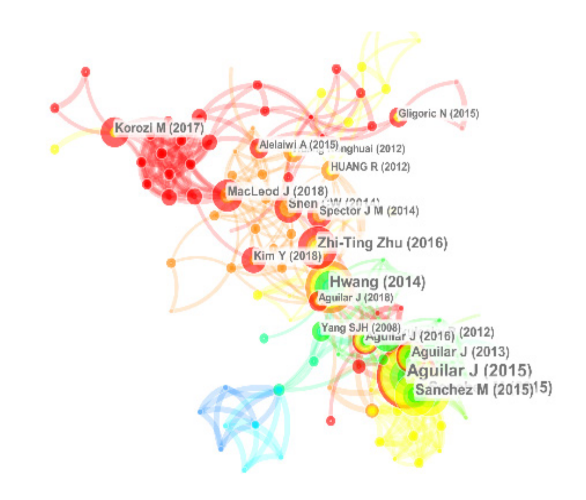




图 2 智慧学习环境研究共被引文献

3.2.1 高引文献分析

结合结点大小和中心性，我们可以发现该领域被引次数最多的文献。文献的被引用次数多表明文献的研究结论得到学界的普遍关注和认可。表 1 列举了被引用次数排名前五的文献，下面就对这些研究逐一介绍。

表 1 智慧学习环境研究高引文献表

序号	频次	作者	年份	标题	来源出版物
1	11	J. Aguilar	2015	*Conceptual Design of a Smart Classroom Based on Multiagent Systems*	*Artificial Intelligence*
2	10	G. J. Hwang	2014	*Definition, framework and research issues of smart learning environments - a context-aware ubiquitous learning perspective*	*Smart Learning Environments*
3	9	M. Sanchez	2015	*A Smart Learning Environment based on Cloud Learning*	*International Journal of Advanced Information Science and Technology*
4	8	M. Sanchez	2015	*Basic features of a Reflective Middleware for Intelligent Learning Environment in the Cloud (IECL)*	*2015 Asia-Pacific Conference on Computer Aided System Engineering*
5	8	Z. T. Zhu	2016	*A research framework of smart education*	*Smart Learning Environments*

J. Aguilar 等 [2] 在文中构建了一个多代理系统的智慧教室并说明了智慧教室的不同组成部分及其属性，同时他们提出了两种类型的代理框架，一种用于表征软件组件，另一种用于定义硬件组件，最后给出了这两个框架在智能教室的设备和软件中的应用示例。

G. J. Hwang 等 [3] 从情境感知和泛在学习的角度提出了智慧学习环境的定义，他认为智慧学习环境是技术支持的学习环境，可以根据学习者的不同需求在正确的时间提供正确的支持。因此他提出了智慧学习环境的标准和一个框架来解决智慧学习环境的设计开发相关问题。最

DOI: 10.13266/j.issn.2095-5472.2022.027

后，他提出了智慧学习环境的挑战：研究人员可能会对智慧学习环境提出新的教学想法、利用新兴技术提出新的智慧学习环境框架，技术应用在教育中的伦理问题。

M. Sanchez[4] 在文中详细介绍了一种用于智慧学习环境的基于云学习的反应中间件 AMICL 的体系结构，并且详细论述了使云计算管理过程成为现实的的组件，同时还提供了利用这个中间件在云端提供学习分析服务的例子。结果表明，学生的数据和学习环境数据都得到了处理，学生的学习过程得到进一步优化。

M. Sanchez 等 [5] 在文中提出一个新概念 IECL，即 IE(Intelligent Environment，智慧环境) for C-learning（Cloud-Learning，云学习），就是将云资源中可以利用的教育资源和智慧环境中的对象相结合，从而实现学习适应学生学习风格。然后论述了 IECL 的多层次体系结构，为了展示 IECL 体系结构的性能，作者在智慧教室中对其应用进行了研究，并提出未来的工作方向主要是实现 IECL 的模型。作者认为 IECL 将会为学习带来巨大的好处，智慧学习环境会确定用户何时使用这些云学习资源，从而适应学生的学习风格。

Z. T. Zhu 等 [6] 讨论了智慧教育的定义，并且提出了智慧教学法的四层框架，分别是基于班级的差异化教学、基于小组的协作学习、基于个人的个性化学习、基于大众的生成性学习。同时，还提出了智慧学习环境 10 个关键功能和智慧学习的 3 层架构。最后列举了智慧教育所带来的好处和面临的挑战，指出了智慧城市和智慧教育系统之间互联互通的学习服务与体验是未来研究重点。

3.2.2 突现引文分析

突现引用是指某一时期引用率突然变高或者变低，以此表示这一主题突然受欢迎或者突然被冷落，突现性较强的文献在研究热点的变化方面扮演着重要作用。

如表 2 所示，2015-2016 年 P. Mikulecký 等人的文献引用量突现。其文章基于已有的智慧办公室等智慧工作场所研究成果，探明在泛在学习和上下文感知的领域中研发的最新技术状况，最后，重点介绍了在智慧工作场所领域的研究成果对开发新技术和用于学习的智慧学习环境的可能性 [7]。说明这一时期在智慧工作场所中开发智慧学习环境受到关注。

表 2 智慧学习环境研究突现引文表

引文	出版年份	强度	开始突现	结束突现
P. Mikulecky, 2012, Divai 2012: 9th International Scientific Conference on Distance Learning in Applied Informatics, V0, P213	2012	2.958 8	2015	2016
J. Aguilar, 2015, P INT C ART INT ICAI, V0, P471	2015	3.120 2	2016	2018
M. Sanchez, 2015, INT J ADV INFORM SCI, V39, P39	2015	2.531 4	2016	2018

2016-2018 年 J. Aguilar 等 [2] 和 M. Sanchez 等 [4] 的文献引用量突现，前者主要构建了一个智慧教室，同时提出了两种类型的代理框架。后者提出一个新概念 IECL，即其将云资源中可以利用的教育资源和智慧环境中的对象相结合，从而实现学习适应学生学习风格。说明这一时期作为智慧学习环境重要研究方向的智慧教室的构建受到人们的关注，同时学者们提出不同的将各种新兴技术与智慧学习环境相融合的构想以便于更好促进学生的学习。

3.2.3 高中介中心性引文分析

高中介中心性的文献结点可以衔接不同聚类，使研究人员更清晰地发现不同的聚类 [8]。如表 3 所示，G. J. Hwang 等 [3] 的中介中心性最高（0.18），他从情境感知泛在学习的角度介绍了智能学习环境的定义和标准，还提出了一个框架来解决智能学习环境的设计和开发问题。P. Mikulecký 等 [7] 基于已有的智慧办公室等智慧工

作场所研究成果，探明在泛在学习和上下文感知的领域中最新技术状况，并且重点介绍了在智慧工作场所领域的研究成果对开发新技术和用于学习的智慧学习环境的可能性。J. Aguilar 等 [9] 在书中回顾了基于代理的工业自动化领域中的研究、调查和结果，以及支持这些研究的理论基础。同时提出了 3 种基于代理的计算模型，这些模型负责任何工业自动化过程中的 3 个重要任务：控制、监督和计划。据此，提出了 3 种“多代理系统”。Y. L. Kim 等 [10] 学者提出了一个基于情感感应、深度学习的情绪识别和实时移动云计算的组件组成的智能教室系统。这个系统能够通过对非言语行为(例如手势) 进行实时调整或修正，从而向老师提出实时建议。但是这个系统仍然存在挑战，挑战在于：将这些技术集成到整体系统设计中；它们的算法适应性允许实时执行；量化用于算法的有效教育变量。R. Koper 等 [11] 为了满足“更好和更快地学习”的要求，提出了人类学习接口(Human Learning Interface, HLI) 的思想，即人类与外界接触的与学习相关的交互机制集，可用于控制、刺激和学习并促进他们的学习过程。同时认为分析 HLI 有助于开发有效的智能学习环境条件。

表 3 智慧学习环境研究高中介中心性引文表

排序	中介中心性	作者	出版年份	标题	来源
1	0.18	G. J. Hwang	2014	*Definition, framework and research issues of smart learning environments - a context-aware ubiquitous learning perspective*	Smart Learning Environments
2	0.13	P. Mikulecký	2012	*Smart Environments for Smart Learning*	Divai
3	0.12	J. Aguilar	2013	*Sistemas MultiAgentes y sus Aplicaciones en Automatizacion Industrial*	Universidad de Los Andes
4	0.11	Y. L. Kim	2018	*Towards Emotionally Aware AI Smart Classroom: Current Issues and Directions for Engineering and Education*	IEEE Access
5	0.08	R. Koper	2014	*Conditions for effective smart learning environments*	Smart Learning Environments

通过重要文献共被引分析，本文发掘出智慧学习环境领域具有影响力的英文文献、代表研究热点转变的文献和具有衔接作用的文献，从而揭示出智慧学习环境领域研究发展的起源、发展脉络和重要研究领域。智慧学习环境源于技术发展下学习环境的改变，传统学习环境已经无法满足现代“数字土著”的多样化需求，需要更新学习环境使学生学习更加高效便捷。在研究刚刚起步阶段，G. J. Hwang、R. Koper 等学者注重从宏观层面对智慧学习环境的定义、特征等从不同角度进行界定，并提出了不同的智慧学习环境框架设计想法。但是随着信息技术和社会的发展，学者们开始转向物理环境智能化应用，即将新兴技术应用于学习环境，以促进智慧学习环境的完善和发展，J. Aguilar、M. Sanchez、Z. T. Zhu、Y. L. Kim 等学者结合新兴技术提出新概念来更新智慧学习环境，同时对智慧教室的新组件进行构建和实证研究。未来，随着学习分析、人工智能与智慧学习环境的逐渐融合，新的智慧学习环境的构想和模型也将成为研究热点。

3.3 重要机构分析

通过研究机构合作情况可以看出国际智慧学习环境研究领域研究力量与分布。利用 CiteSpace 软件对研究机构进行分析，如图 3 所示，研究智慧学习环境领域的主力主要是不同的大学，且不同大学研究较为分散。其中，出现频次最高的 5 个机构是 Cent China Normal Univ（华中师范大学）、Univ Los Andes（洛斯安第斯大学）、Fdn Res & Technol Hellas

知识管理论坛，2022（3）:332-343
DOI: 10.13266/j.issn.2095-5472.2022.027

FORTH（海拉斯研究与技术基金会）、Univ Tecn Particular Loja（洛哈私立技术大学）、Univ Hradec Kralove（赫拉德茨·克拉洛夫大学），说明这些机构影响力最大。突现率最高的 5 个机构是 Univ Hradec Kralove（赫拉德茨·克拉洛夫大学）、Univ Los Andes（洛斯安第斯大学），Univ Tecn Particular Loja（洛哈私立技术大学）、Suny Coll Oswego（纽约州立奥斯韦尔学院）和 Cent China Normal Univ（华中师范大学），说明这 5 个机构的研究成果近些年来受到广泛关注。

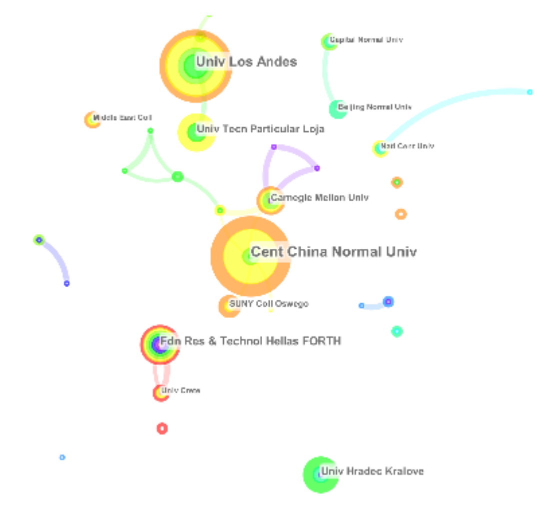


图 3 智慧学习环境研究机构

3.4 重要期刊分析

期刊的共被引分析表明了智慧学习环境的知识来源有哪些，可以回答智慧学习环境领域都引用了哪些期刊。我们发现智慧学习环境领域被引频次最高的 5 本期刊有 *Computers & Education*（Freq=73）、*Lecture Notes in Computer Science*（Freq=59）、*Educational Technology & Society*（Freq=47）、*Computers in Human Behavior*（Freq=41）、*Thesis*（Freq=33）。中介中心性最高的 5 本期刊有 *Lecture Notes in Computer Science*（Centrality=0.21）、*Educational Technology & Society*（Centrality=0.17）、*Computers & Education*（Centrality=0.14）、*Thesis*（Centrality=0.14）、*Computers in Human Behavior*（Centrality=0.13）。近段时期最热门的期刊有 *International Journal on Artificial Intelligence Tools*（Burst=3.19），*Knowledge-based Intelligent Information and Engineering Systems*（Burst=3.14），*Cognitive Science*（Burst=3.05），*User Model User-adap*（Burst=3.08），*Educational Technology & Society*（Burst=2.91）。如图 4 所示：

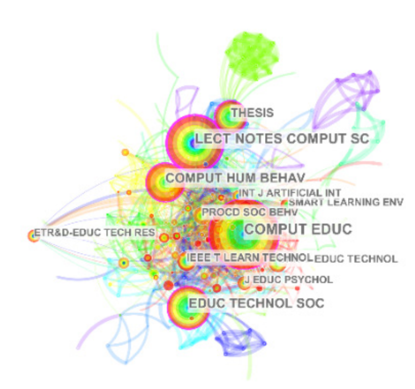


图 4 智慧学习环境研究期刊

3.5 重要作者分析

一个领域的核心作者具有一定的学术影响力。使用 CiteSpace 对智慧学习环境领域的重要作者进行共被引分析，笔者发现，其中被引频次最高的 5 位作者是 J. Aguilar（Freq=9）、A. Leonidis（Freq=5）、H. H. Yang（Freq=4）、J. Cordero（Freq=4）、B. Klimova（Freq=3）。J. Aguilar、J. Cordero 和 A. Leonidis 是智慧学习环境领域中智慧教室的重要研究者，对智慧教室的软件硬件组成进行了描述，提出了不同的系统和框架，从各个方面对智慧教室进行更新和完善，使智慧教室更好地发挥促进学生学习的作用。H. H. Yang 和 B. Klimova 主要是对智慧学习环境工具进行开发和研究，对智慧学习环境与教师、学生的自我效能感等关系进行了定量和定性分析。突发性最强的 5 位作者是 M. Antona（Burst=1.53），B. Klimova（Burst=1.49），J. Cordero（Burst=1.34），J. Aguilar（Burst=3.09），H. H. Yang（Burrst=1.80），表明他们在智慧学习环境知识传播过程中扮演着重要作用。如图 5 所示：

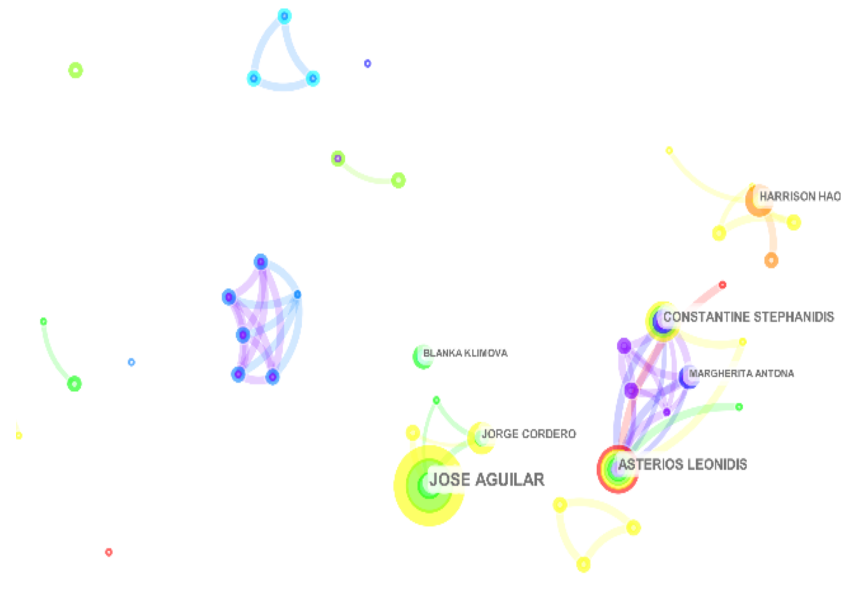


图 5 智慧学习环境研究作者

4 研究发现

通过使用文献计量工具 CiteSpace 软件对收集到的文献进行共现和共被引分析，通过一些重要的文献结点不仅了解到智慧学习环境起源和发展情况，还从中勾勒了研究领域研究热点和未来发展趋势。

4.1 智慧学习环境起源

许多年来，学习环境一直是黑板加粉笔这样单一的环境，限制了很多教学活动的开展。但是从 20 世纪 90 年代起，信息技术快速发展，迅速席卷了社会各个方面，学习环境的各个要素也都与技术产生了不同程度的交互。

时代的发展使现代社会教育目标从学生被动学习转为应具有批判思维的主动学习，因此新一代被称为“数字土著”学习者从小接触各种电子设备，他们有着与自己父母不同的思维方式，具有更强的创新能力。基于此，为了使学生养成以探究为主的主动学习习惯，在学习环境中发挥出自己最大的潜力，改变学习环境，构建智慧学习环境迫在眉睫。因此，作为数字学习环境高端形态的智慧学习环境应运而生。不同的学者为智慧学习环境的概念进行了深入的探究和发展。K. W. Chin 等 [12] 较早提出智慧学习环境的概念，他认为智慧学习环境是一个以信息通信技术的应用为基础、以学习者为中心的环境。G. J. Hwang 等 [13] 对这个概念进行了发展，他不仅将智慧学习环境看作是技术支持的环境，还认为智慧学习环境可以通过分析学习者的学习行为表现，以及学习者所处的在线和现实环境来确定学习效果。后来，黄荣怀等 [14] 认为智慧学习环境就是一种高级的数字环境，不仅可实现上下文感知，识别学习者的特征，还可提供自适应学习资源和便捷的交互工具，自动记录学习过程并评估学习结果。智慧学习环境的概念逐渐变得丰富。

从图 6、图 7 中可知，在 1994-2007 年这个阶段，智能辅导系统、系统、数字学习、学习环境等关键词出现，智能辅导系统聚类的文献共被引现象较强烈。智能辅导系统和数字学习的出现改变了学生的学习环境，学生学习不再局限于传统的教室、图书馆环境，而是进行无时无刻无处不在的学习。而信息技术融入社会也使学习的方法也变得多样化，学习环境开始发生转变。

知识管理论坛，2022（3）:332-343
DOI: 10.13266/j.issn.2095-5472.2022.027

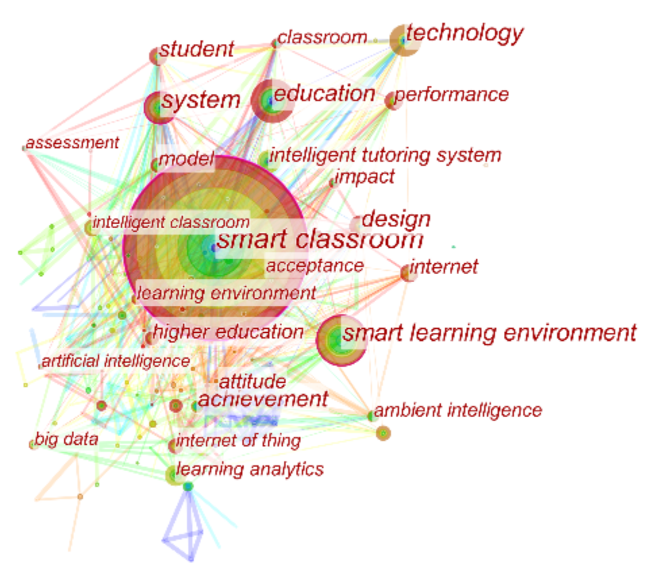


图 6 智慧学习环境研究关键词图

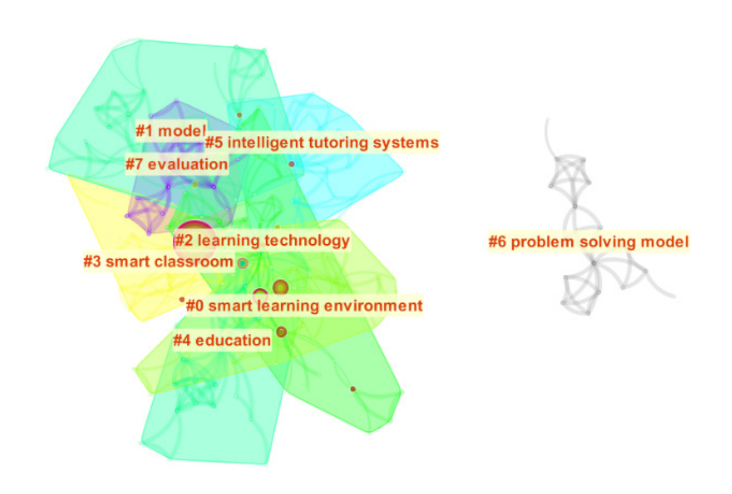


图 7 智慧学习环境研究基于关键词的聚类视图

4.2 智慧学习环境发展脉络

近些年来，智慧学习环境已经成为重点研究方向，国内国外学者纷纷将目光投向智慧学习环境领域。从图 6 中 2008-2014 年的共现图中我们可以发现，教育、智慧学习环境、智慧教室、技术等关键词受到关注，突发性最高的关键词中就有网络（internet）、智慧教室（smart classroom）、智慧学习环境（smart learning environment）等。而从图 7 中可以看出，2008-2015 年，教育、学习技术、智慧教室、评估聚类的文献共被引比较活跃，这说明智慧学习环境起源于信息技术发展下学习环境的改变，并随着技术的发展而不断发展，智慧教室、智慧学习环境的概念特征，软硬件设施等引起了学界的探讨。最初学习环境只是增加了一些交互式白板，而如今多项技术的丰富发展使智慧学习环境的设备也变得多样化与针对性。在这转换过程中，D. M. Xu 等 [15]、J. Dooley 等 [16]、C. C. Hsu 等 [17]、F. Yang 等 [18]、N. Gligoric 等 [19]、K. Maria 等 [20] 等的论文起到了关键衔接点的作用，

人们开始思考如何在新型的学习环境中进行更好的教育，提出了很多想法和观点。

通过文献我们了解到智慧学习环境研究领域的一些重点研究方向。首先，不同的学者将不同新兴技术引入智慧学习环境中进行研究。C. C. Hsu 等 [21] 引入传感器技术，开发了一种在智能教室中与电子书一起使用的阅读集中度监控系统，通过捕获各种生理信号来检测学生的学习行为，通过传感器收集数据，来帮助教师在课堂学习环境中了解学生的阅读集中度。Y. Kim 等 [10] 通过实时感应和机器智能对学生非言语行为（例如手势）进行实时调整或修正，从而向教师提出实时建议。潘荔霞等 [22] 学者引入语音处理技术，通过悬置麦克风实现零干预的课堂数据采集，设计声波识别和语音识别算法实现对说话人身份的识别和课堂研讨过程的记录，并将结果实时反馈给课堂中的学生和教师。

最后，不同学者设计了不同的智慧学习环境模型。Y. Kim 等 [23] 设计了一个基于云计算的智能学习环境模型，提供上下文感知系统，收集并分析学习者的行为，为他们提供个性化学习服务。Q. H. Zhang 等 [24] 通过情境感知和数据挖掘等方法创建了一个智能学习环境模型，它可以预测学习者的潜在学习需求，收集和分析实时学习数据，了解学习者需求来进行资源订阅。

4.3 未来发展趋势

人工智能发展得如火如荼，如今也在智慧学习环境中扮演着重要作用。近年来，学习分析、物联网、模型、翻转课堂等关键词共现明显，突发性最高的 10 个关键词中有翻转课堂（flipped classroom）、学习分析（learning analytics）、技术（technology）、物联网（internet of thing），同样在 2015 年后，智慧学习环境、模型、问题解决模型聚类共被引比较活跃。从聚类分析时间线（图 8）中可知，关于智慧教室、智慧学习环境、学习技术聚类的文献发生的共被引现象比较密集，说明这个聚类里存在影响力较大且关键的一些节点，其在智慧学习环境领域中研究较多。总之，随着技术的不断发展，技术与智慧学习环境融合程度越来越深，学习分析、大数据、物联网等纷纷与智慧学习环境相联系，多样化的交互技术、数据处理技术多方位支持智慧学习环境建设。

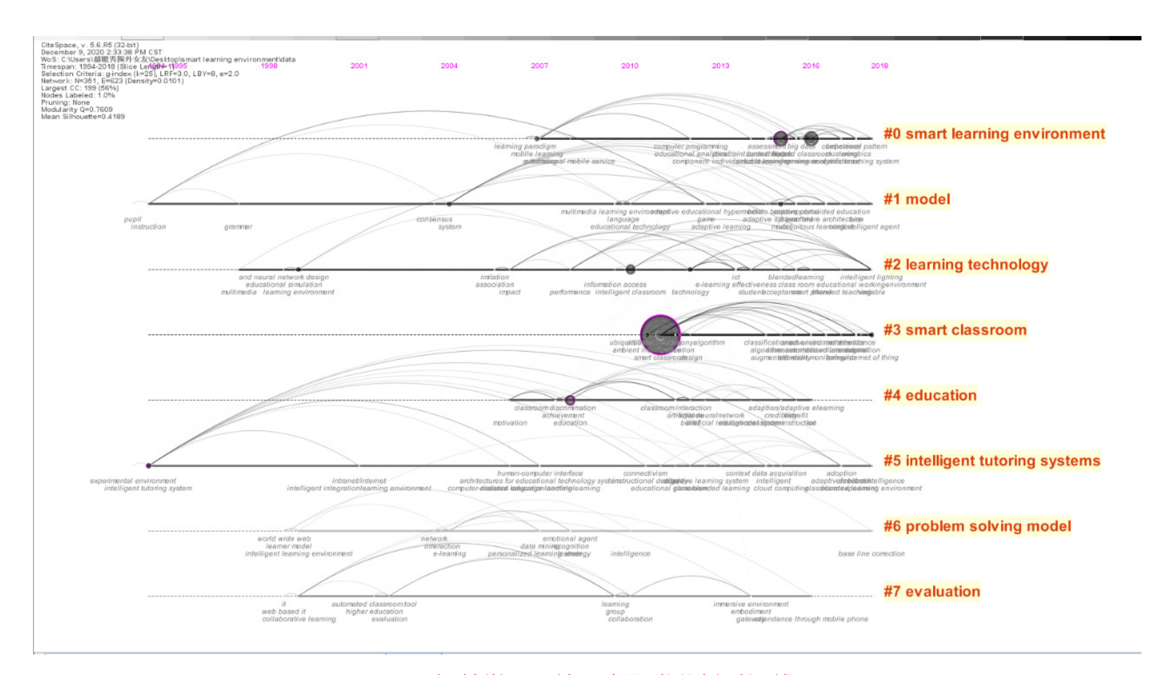


图 8 智慧学习环境研究聚类分析时间线

人工智能影响下智慧学习环境教学模式、模型和智能化跨媒体学习环境建设成为重要研究方向。随着人工智能技术不断发展，学习环境将不断被重构，智慧学习环境中的要素不断被更新，构建新型智慧学习环境，多方面完善智慧学习环境是当今发展的大趋势。

（1）强大技术支持教与学。未来，智能化跨媒体环境建设是一大重点研究方向。这些年来，不同的学者都致力于让学习环境变得更加智能，因此各种各样的新型跨媒体技术都被应用于构建智慧学习环境，丰富人与跨媒体内容的交互，帮助师生彼此实时交互，及时获取开放教育资源。

在未来，随着信息时代的高速发展，多样的学习工具依旧会应用于智慧学习环境中，并会更加具有针对性，突出个性化。如对通过在线教育平台和智能教育助手收集到的数据进行可视化分析，深层挖掘学习者信息，给教师提供一定的教学参考以及为学习者提供一定的反馈与学习建议；通过穿戴式设备帮助学习者扩宽其交互通道等。通过多设备、多平台间的互联，全方位全方面发挥好各项技术在智慧学习环境中的作用，为智慧学习环境注入新的活力[25]，更符合当今时代发展教育愿景。

（2）现实问题催生教学模式。随着环境建设的深入，智慧学习环境下的教学模式成为另一个研究趋势。越来越多实际问题（如教学活动开展等）的出现，代表着智慧学习环境研究方向逐渐转变为微观研究。不断在现实中积累的评价体系、教学模式为之后的相关研究奠定了基础，并提供了参考方向。

5 结论

本研究使用 CiteSpace 软件，采用文献计量方法对从 Web of Science 核心数据库收集的智慧学习环境数据文献进行共现和共被引分析，清晰地揭示了智慧学习环境领域的起源、发展脉络、发展趋势。研究发现，智慧学习环境起源于技术发展下学习环境的改变，学习环境智慧化促进学习者进行更高效的学习。智慧学习环境的概念、特征等已经经历了多次完善，但是随着时代的发展仍然不断有新元素加入。不同时期不同的技术更新智慧学习环境、智慧教室并催生出一系列智慧学习环境模型。近些年来，人工智能发展迅速，并对智慧学习环境产生了巨大影响，新型智慧学习环境教学模式和评价体系研究、智能化跨媒体学习环境构建研究是未来的发展趋势。

参考文献：

[1] 邓国民 . 国际教育技术学研究知识图谱 : 理论 , 技术与实践应用 [M]. 上海 : 复旦大学出版社有限公司 , 2018.

[2] AGUILAR J, VALDIVIEZO P, CORDERO J, et al. Conceptual design of a smart classroom based on multiagent systems[C]//Computer Engineering and Applied Computing(WorldComp).Proceedings on the International Conference on Artificial Intelligence (ICAI). Athens: Springer, 2015.

[3] HWANG G J. Definition, framework and research issues of smart learning environments-a context-aware ubiquitous learning perspective[J]. Smart learning environments, 2014, 1(1): 1-14.

[4] AGUILAR J, VALDIVIEZO J C P. A smart learning environment based on cloud learning[J]. International journal of advanced information science and technology, 2015, 39: 39-52.

[5] SANCHEZ M, AGUILAR J, CORDERO J, et al. Basic features of a reflective middleware for intelligent learning environment in the cloud(IECL)[C]//Asia-Pacific conference of computer aided system engineering. SanFrancisco: IEEE, 2015.

[6] ZHU Z T, YU M H, RIEZEBOS P. A research framework of smart education[J]. Smart learning environments, 2016, 3(1): 1-17.

[7] MIKULECKY P. Smart environments for smart learning[C]//Distance learning in applied information (DIVAI). 2012th international scientific conference on distance learning in applied informatics. Nitra: IEEE, 2012.

[8] CHEN C. CiteSpace II: detecting and visualizing emerging trends and transient patterns in scientific literature [J]. Journal of the American Society for Information Science

and Technology, 2006, 57(3): 359-421.
[9] AGUILAR J, BOLIVAR A R, HIDROBO F, et al. Sistemas multiagentes y sus aplicaciones en automatizaci on industrial[J]. Universidad de Los Andes, Merida, Venezuela, 2013, 21(4): 6-19.
[10] KIM Y, SOYATA T, BEHNAGH R F. Towards emotionally aware AI smart classroom: current issues and directions for engineering and education[J]. IEEE access, 2018, 6: 5308-5331.
[11] KOPER R. Conditions for effective smart learning environments[J]. Smart learning environments, 2014, 1(1): 1-17.
[12] CHIN K W. Smart learning environment model for secondary schools in Malaysia: an overview[EB/OL]. [2011-10-10]. http: //www.apdip.net/projects/seminars/it-policy/cn/resources/kang-waichin/smartlearning-mimos.ppt.
[13] HWANG G J, TSAI C C, YANG S J H. Criteria, strategies and research issues of context-aware ubiquitous learning[J]. Journal of educational technology & society, 2008, 11(2): 81-91.
[14] 黄荣怀 , 杨俊锋 , 胡永斌 . 从数字学习环境到智慧学习环境——学习环境的变革与趋势 [J]. 开放教育研究 , 2012, 18(1): 75-84.
[15] XU D M, HUANG W W, WANG H, et al. Enhancing e-learning effectiveness using an intelligent agent-supported personalized virtual learning environment: an empirical investigation[J]. Information & management, 2014, 51(4): 430-440.
[16] DOOLEY J, CALLAGHAN V, HAGRAS H, et al. The intelligent classroom: beyond four walls[J]. Proceedings of the icampus workshop, 2011, 22(1): 457-468.
[17] HSU C C, CHEN H C, SU Y N, et al. Developing a reading concentration monitoring system by applying an artificial bee colony algorithm to e-books in an intelligent classroom[J]. Sensors, 2012, 12(10): 14158-14178.
[18] YANG F, LU X, CHEN Z, et al. An interactive design in smart classroom[C]//Communications in computer and information science. Berlin: Springer, 2011.
[19] GLIGORIC N, UZELAC A, KRCO S, et al. Smart classroom system for detecting level of interest a lecture creates in a classroom[J]. Journal of ambient intelligence & smart environments, 2015, 7(2): 271-284.
[20] MARIA K, VASILIS E, GRIGOEIS A. S-CRETA: smart classroom real-time assistance[M]. Berlin: Springer, 2012: 67-74.
[21] HSU C C, CHEN H C, SU Y N, et al. Developing a reading concentration monitoring system by applying an artificial bee colony algorithm to e-books in an intelligent classroom[J]. Sensors, 2012, 12(10): 14158-14178.
[22] 潘荔霞 , 徐文彬 , 李世宝 , 等 . 基于声纹识别的研讨型智慧教室构建 [J]. 实验技术与管理 , 2018, 35(7): 245-250.
[23] KIM S, SONG S M, YOON Y I. Smart learning services based on smart cloud computing[J]. Sensors, 2011, 11(8): 7835-7850.
[24] ZHANG Q H, JI P. Research of smart classroom design based on big data[C]// International Society of Computer Science and Electronic Technology.2018 3rd international conference on education & education research. Shenzhen: Francis Academic Press, 2018.
[25] 邓国民 , 阎婷 . 面向智能时代的跨媒体学习方式 , 理论与资源环境——基于国际多媒体学习研究的启示 [J]. 远程教育杂志 , 2019, 37(3): 63-71.

作者贡献说明：
徐新斐：进行资料查找、数据分析和论文写作；
邓国民：修改稿件并提出完善意见。

ChinaXiv合作期刊
知识管理论坛，2022（3）:332-343
DOI: 10.13266/j.issn.2095-5472.2022.027

Thematic Quantitative Analysis of International Smart Learning Environment Research Based on CiteSpace Software

Xu Xinfei Deng Guomin
School of Education, Guizhou Normal University, Guiyang 550025

Abstract: [Purpose/Significance] In order to learn the origin and the development status of the international smart learning environment, It provides a certain reference for further improving the relevant research and practice in the field of intelligent learning environment. **[Method/Process]** This article used 402 documents collected in the Web of Science database as the data source, and analyzed the co-occurrence and co-citation analysis of key literatures, institutions, journals, and authors in the field of smart learning environment with the help of the bibliometric tool CiteSpace software. **[Result/Conclusion]** It is revealed that the smart learning environment stems from changes in the learning environment under technological development. The traditional learning environment can no longer meet the diverse needs of the "indigenous people" in the modern information age. The learning environment needs to be updated to make students' learning more efficient and convenient. At the same time, the smart learning environment emphasizes student-centeredness. By improving the wisdom of the learning environment, students can learn more effective. Therefore, different scholars have constructed many smart learning environment models. It is one of the future development trends to construct the new teaching models, the evaluation system, and the intelligent cross-media learning environment in the field of smart learning environment.

Keywords: smart learning environment hot spot knowledge mapping CiteSpace